

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002151708 A**

(43) Date of publication of application: **24.05.02**

(51) Int. Cl

**H01L 31/04**

(21) Application number: **2000340990**

(22) Date of filing: **08.11.00**

(71) Applicant: **RIKOGAKU SHINKOKAI**

(72) Inventor: **ODAWARA OSAMU  
YOSHIMOTO MAMORU  
ISHIKAWA MASAMICHI  
HONDA KATSUYA**

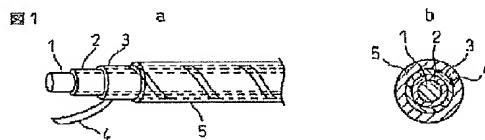
(54) PHOTOVOLTAIC ELEMENT

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a photovoltaic element which is easily manufactured and provides a solar cell with improved reliability.

SOLUTION: The photovoltaic element is provided which is flexible and in which a power generating layer and an electrode layer are formed on a conductive material.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-151708  
(P2002-151708A)

(43)公開日 平成14年5月24日 (2002.5.24)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 31/04

識別記号

F I  
H 0 1 L 31/04テーマコード\*(参考)  
M 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数8 O.L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2000-340990(P2000-340990)

(22)出願日 平成12年11月8日(2000.11.8)

(71)出願人 899000013

財団法人 理工学振興会  
東京都目黒区大岡山2-12-1(72)発明者 小田原 修  
神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工業大学内(72)発明者 吉本 譲  
神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工業大学内(74)代理人 100077517  
弁理士 石田 敬 (外4名)

最終頁に続く

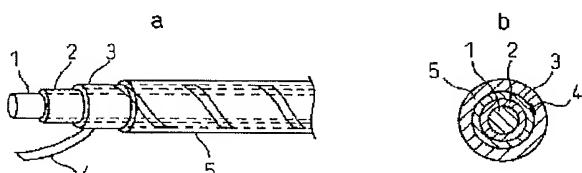
(54)【発明の名称】光起電力素子

(57)【要約】

【課題】 製造が容易で、信頼性が一層向上した太陽電池を得ることができる光起電力素子を提供する。

【解決手段】 導電性材料上に発電層および電極層を形成させてなり、かつ可撓性を有する光起電力素子を得る。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性材料上に発電層および電極層を形成させてなり、かつ可撓性を有する光起電力素子。

【請求項2】 導電性材料が纖維状である請求項1記載の光起電力素子。

【請求項3】 繊維状の導電性材料が黒鉛纖維もしくは金属纖維である請求項2記載の光起電力素子。

【請求項4】 発電層が炭素を含む材料で構成される請求項1記載の光起電力素子。

【請求項5】 炭素を含む材料が炭素同素体—シリコンもしくは炭素同素体—有機化合物である請求項5記載の光起電力素子。

【請求項6】 発電層および電極層の表面に、表面保護層をさらに形成させてなる請求項1記載の光起電力素子。

【請求項7】 請求項1～6のいずれかに記載の光起電力素子を用いてなる太陽電池。

【請求項8】 光起電力素子を用いてなる構造が、平面構造の1.6倍以上の集光面積を有してなる請求項7記載の太陽電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、可撓性を有する光起電力素子およびそれを用いた太陽電池に関する。

## 【0002】

【従来の技術】太陽電池は、周知のとおり太陽光線の光エネルギーを電気エネルギーに変換するものであり、環境にやさしいエネルギー技術という面からも期待されている。この太陽電池においては、たとえば、抵抗負荷をつないだ半導体p-n接合付近にバンドギャップ以上の光を照射すると、生成された電子正孔対が、n層(電子)とp層(正孔)に分離され、p-n接合に起電力が生じるので、抵抗負荷を通して電気エネルギーを取り出すことができる。

【0003】従来、太陽電池として種々の構造が提案されており、シリコン単結晶によるバルク形、アモルファスシリコン(a-Si)等による薄膜形、CdS等による印刷形等がよく知られている。これらのなかでシリコン単結晶によるものが最も発電効率がよく、薄膜形および印刷形も製造コストの点から期待されている。また、さらに低コストで、かつ高い発電効率を得るために種々の検討がなされている。たとえば、金属等の芯線にa-Si皮膜を形成させたものを用いた纖維状太陽電池が知られており(電子技術、26巻2号56頁、昭和59年)、その後も軽量化、大面積化を目的として種々の纖維状太陽電池が提案されている(たとえば特開平5-36999、6-283742、6-77511号公報)。そしてこれらの太陽電池は、その目的を所定の範囲で達成していると考えられる。

## 【0004】

10

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の纖維状太陽電池等では、電極間の接合技術が複雑で工程上の困難を伴い、さらに構成上の自由度が少なく、機械的負荷が局所にかかるため信頼性は必ずしも十分とはいえないかった。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決し、製造が容易で信頼性の一層向上した、高効率の太陽電池を得ることができる光起電力素子を提供するものである。すなわち、本発明の要旨は、導電性材料上に発電層および電極層を形成させてなり、かつ可撓性を有する光起電力素子、ならびにこれを用いて構成してなる太陽電池にある。

## 【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。本発明の光起電力素子において、導電性材料としては可撓性および導電性に優れた材料が使用され、好適には可撓性、比表面積等の点から纖維状のものが選択される。

【0007】ここで、可撓性は、使用環境での温度変化や機械的負荷に対し電池性能を損なわないことが必要である。纖維状導電性材料としては径が1mm以下程度のものが好ましく、中空であってもよい。たとえばPAN系もしくはピッチ系炭素纖維(モノフィラメントであっても集束したものであってもよい)もしくは気相法による炭素纖維またはこれらを黒鉛化した黒鉛纖維、ならびに銅、アルミニウム、鉄、等の金属纖維が挙げられる。

【0008】これらの纖維は、光起電力素子として太陽電池を構成したときに集光面積を大きくするために織物、編物もしくは不織布として用いるのが好ましい。たとえば織物としては、平織り、綾織、および朱子織の3原組織をはじめとする原組織織物、それらの変化組織織物である一重織物；緯二重織物、経二重織物、経緯二重織物および多層組織織物等の重ね組織織物；ならびに別珍、コール天等の緯パイル織；ビロード、タオル、じゅうたん等の経パイル織；結びパイル織；およびカールパイル織等のパイル組織織物等が挙げられる。不織布は、纖維が方向性を有しても、ランダムであってもいずれでもよい。これらのうち得られる太陽電池の構成を三次元的にして発電効率を向上させる観点からは、布面に切毛もしくは輪奈であるパイル構造を片面もしくは両面に有するものが最も好ましい。このようなパイル構造としては、好適にはカットパイル、ループパイル、タフテッドパイル、二重接結編パイル、二重接結織パイル等が挙げられる。

【0009】本発明の光起電力素子においては、これらの導電性材料上に発電層および電極層が形成される。発電層は、好ましくはp-n接合もしくはショットキー接合で構成される光電位誘起層である。光を照射すると電子および正孔が生成され、ついでこれらは該接合における半導体バンド構造のポテンシャル勾配に沿って別々の方

20

30

40

50

向に移動する。たとえばエネルギーレベルの差による電界傾斜のために、電子はn型へ、正孔はp型に移動する。

【0010】このような発電層を構成する材料としては、シリコン、III-V族半導体(GaAs, AlGaAs, InP等)、II-VI族半導体(CdS, CdTe, Cu<sub>2</sub>S等)、導電性有機化合物、炭素同素体等が挙げられるが、コストおよび環境的要請の点からは炭素を含む材料で構成するのが好適である。たとえば炭素同素体-シリコン、炭素同素体-有機化合物、等が挙げられる。そして炭素同素体としては、フラーレン(C<sub>60</sub>, C<sub>70</sub>等)、カーボンナノチューブ、ダイアモンド様炭素が、そしてシリコンとしてはアモルファスシリコン、シリコン微粒子等が挙げられる。

【0011】さらに有機化合物としては、たとえば、ポリアセチレン類、ポリチオフェン類、ポリピロール類、ポリ(p-フェニレン類)、ポリ(p-フェニレンビニレン類)等の導電性高分子が挙げられるが、ポリフェニレンビニレン系高分子であるMEH-PPV/PCBM等が特に好適である。このような発電層の形成は、常法によることができ、たとえばプラズマCVD(化学堆積)、浸漬コーティング、スパッタリング等が挙げられる。

【0012】これらの発電層においてpn接合もしくはショットキー接合の形成は、常法によることができる。すなわち、前者においては上記の材料に種々の不純物を導入(ドーピング)することにより、そして後者においては上記の材料と後述の電極金属との接触により、形成される。たとえば、pn接合の形成の際の不純物には、p型としてB、n型としてP、AsもしくはSbが一般的であり、熱拡散法もしくはイオン注入法により導入されるのが通常である。炭素同素体のみを用いる場合には、MIS型のショットキー接合とするのが一般的である。

【0013】さらに、電極層としては、通常、金属極薄膜もしくは透明電極が用いられる。たとえば、光入射側に用いられるITO、SnO<sub>2</sub>等の透明電極はCVD、スパッタリング、蒸着法等により形成され、アルミニウム、銀等の金属極薄膜は蒸着、印刷法等により形成される。上記のように発電層で分離された電子と正孔は、電極層の端子を通じて接続された外部回路において再結合される。

【0014】また、本発明の光起電力素子においては、好ましくはこれらの発電層および電極層の表面に保護層を設けることができる。この保護層は、反射防止、耐環境性の向上等を目的とするものであり、発電性能に著しい劣化をもたらさない限り特に制限されず、好適にはフッ素系化合物、たとえばフッ素系透明高分子膜が選ばれる。これらの保護層の厚みは、通常150μm以下程度から選択される。

【0015】この保護層の形成は、常法によることができる。図1aおよび図1bは、本発明の光起電力素子の

好適な一例を模式的に示すものであり(図1aは斜視図、図1bは断面図)、可撓性で、裏面電極としての機能を有する繊維状導電材料(1)(~300μm)上にプラズマCVD法等により発電層(2)(~5μm)、そして電極として透明電極(3)(~5μm)およびリボン状集電極(4)(~100μm)、ついで表面保護層(5)(~150μm)を形成させてなる。

【0016】このようにして得られる光起電力素子は、特に繊維状の場合には、製造が容易で、表面積が大きく、自由な形状にできる可撓性の非膜型太陽電池を得ることができる。すなわち、本発明においては、このような光起電力素子を用いて、好適には平面構造の1.6倍以上の集光面積を有する太陽電池を構成することができる。たとえば図1に示される繊維状光起電力素子を、図2および図3にパイル構造に繊布化すると、それぞれ平面構造の約1.6倍および約2.0倍の表面積、すなわち集光面積を得ることができる。

【0017】太陽電池の作製にあたっては、屋外での設置と発電に対して十分な機械的強度および耐候性を有する構造とする必要がある。このためモジュールと呼ばれる構造が採用されており、素子を電気的に直列に接続し、屋外設置のために持ち運びに適した大きさでガラス板の裏面に並べるのが一般的である。その周辺部分には、アルミニウム製等のフレームが設けられ、モジュールの強度を高め、さらには屋外設置の場合の架台への取り付け場所となる。このようなモジュールの設計にあたっては、使用機器の環境、使用機器の仕様、二次電池の要否等を前提として素子の直列数および素子の大きさが決定される。たとえば、

#### (1) 太陽電池のみを電源とする場合

入射する太陽光の照度変化に対し太陽電池の出力電圧を安定にするために、電圧制御用ダイオードおよび電圧安定化回路が用いられる。電力を取り出すために外部の負荷に接続されるが、太陽電池の動作点は、この負荷の電圧-電流特性の交点となる。所要の出力電流を得るために必要なモジュールの最適動作電流を、出力特性の最適動作点より求める。通常、動作点は出力が最大になる点に設定される。ついでこの最適動作電流を得るために必要な受光面積を求め、これより素子の大きさが決定される。

#### (2) 太陽電池に二次電池を付加する場合

二次電池；二次電池から太陽電池に電流が逆流するのを防止する逆流防止ダイオード；および二次電池への充電電流を制限電流値まで下げる電流制限抵抗もしくは二次電池の過充電を防止するため電圧を制御する電圧制御回路；で回路が構成される。この場合、太陽電池の動作点は、電圧が二次電池の電圧以上となる点である。所定の消費電流、充電/放電時間を持つ使用機器を所定時間動作させるために必要な二次電池の充電電流を決定し、これより同様に素子の大きさが決定される。

【0018】本発明において、たとえば図2および図3のような構成の太陽電池を形成させる場合、たとえばエポキシ樹脂製基板の裏面に、必要な上記回路等を形成し得る。

#### 【0019】

【実施例】以下、実施例により本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されない。

#### 実施例1

0. 015mm径のPAN系黒鉛纖維を導電性材料として、その上に発電層としてダイアモンド様炭素シリコンをCVD法により厚み $1\text{ }\mu\text{m}-10\text{ }\mu\text{m}$ で堆積させ、ついで不純物を導入してpn接合を形成させた。電極の形成は、CVD法およびスパッタリング法により行なった（透明電極ITO: 2 μm、集電極はリボン状アルミニウム、10 μm）。得られた纖維状光起電力素子は、図1に示す構造を有する。

【0020】これを、図2に示すような形状の単一パイアル状に配置し太陽電池を作製した。これに日光を照射したところ。0. 55Vの起電力（開放電圧）を発生した。短絡電流は、700mAであった。

#### 実施例2

0. 15mm径の中空銅線を導電性材料として、実施例1と同様な方法で纖維状光起電力素子を得、さらに太陽電池を作製した。起電力0. 5V、短絡電流800mAであった。

#### 実施例3

実施例1においてアモルファス炭素（5 μm）のみを用いて形成した発電層の上にアルミニウム薄膜（10 nm）を蒸着法により電極を形成しMIS型ショットキー接合とした以外は、同様にして太陽電池を作製した。起電力\*30

\*0. 2V、短絡電流1 μAであった。

#### 【0021】

【発明の効果】本発明によれば信頼性の高い可撓性太陽電池を構成することができ、特に纖維状もしくは球状の光起電力素子を用いる場合には表面積が大きく、軽量で構造的負荷を緩和し得、しかも自由な形状に加工しやすいという利点を有する。したがって太陽光を効率的に吸収でき、かつ大面積もしくは複雑な形状も容易に構成し得る。さらに、全体としてマルチ並列回路となり、体積固有抵抗の大きい発電層であっても大きな電流を取り出し得、どこか1箇所の電極線が断線しても全電流にほとんど影響を与えないというフェイルセーフ性も有する。以上のように本発明の光起電力素子は、日常的な用途を含め従来よりもさらに幅広い範囲の用途に適用し得るものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】aは本発明の光起電力素子の1例を模式的に示す斜視図である。bは本発明の光起電力素子の1例を模式的に示す断面図である。

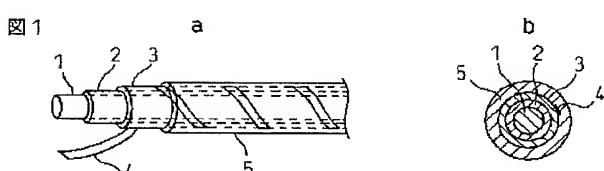
【図2】本発明の太陽電池の1例を模式的に示す図である。

【図3】本発明の太陽電池の1例を模式的に示す図である。

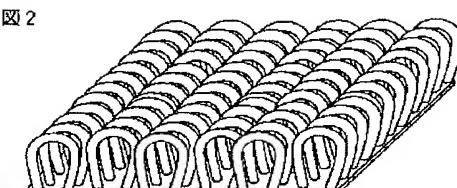
#### 【符号の説明】

- 1…纖維状導電性材料
- 2…発電層
- 3…透明電極
- 4…集電極
- 5…表面保護層

【図1】



【図2】



【図3】

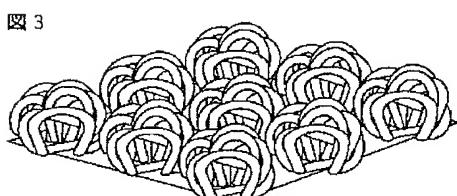


図3

フロントページの続き

(72) 発明者 石川 正道  
東京都千代田区大手町2-3-6 株式会  
社三菱総合研究所内

(72) 発明者 本多 克也  
東京都千代田区大手町2-3-6 株式会  
社三菱総合研究所内

F ターム(参考) 5F051 AA01 BA15 DA01 DA20 FA14  
GA02 GA05 GA11